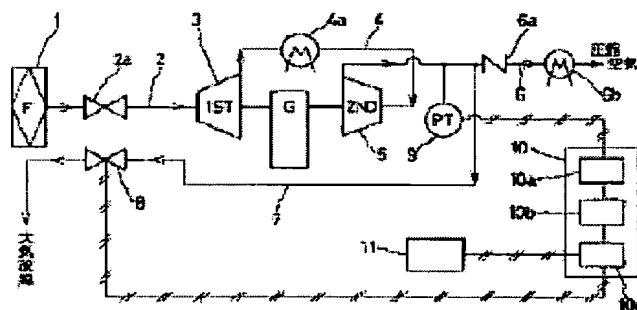


PROTECTING METHOD FOR CENTRIFUGAL COMPRESSOR

Patent number: JP9195982
Publication date: 1997-07-29
Inventor: MATSUMOTO TAIJI
Applicant: KOBE STEEL LTD
Classification:
- **international:** F04D27/02; G05B23/02
- **european:**
Application number: JP19960003246 19960111
Priority number(s): JP19960003246 19960111

Abstract of JP9195982

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a protecting method for a centrifugal compressor, for protecting the centrifugal compressor from surge. **SOLUTION:** The change rate of discharge pressure of a second compressor 5, to be detected by a pressure detector 9 per unit time in the constant time is calculated by a computer part 10a, the change rate and a reference value as an upper limit allowable value of the pressure change rate in which surge is generated are compared with each other in a judging unit part 10b with an absolute value. When the change rate larger than the reference value to be counted in the constant time becomes the specified revolutions or more, that surge is to be generated is judged, and an unload valve 8 is unloaded by a control unit 10c. When the change rate larger than the reference value to be counted in the constant time after unloading is the specified revolutions or more, it is judged that the unload valve 8 fails and is not unloaded, the operation of the first and second compressors is stopped by the control unit 10c, and therefore, a centrifugal compressor is protected from surge even if the unload valve 8 fails.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(11)特許出願公開番号

特開平9-195982

(43)公開日 平成9年(1997)7月29日

(51)Int.Cl. ^a	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 4 D 27/02			F 0 4 D 27/02	D
G 0 5 B 23/02	3 0 2	0360-3H	G 0 5 B 23/02	3 0 2 V

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全 6 頁)

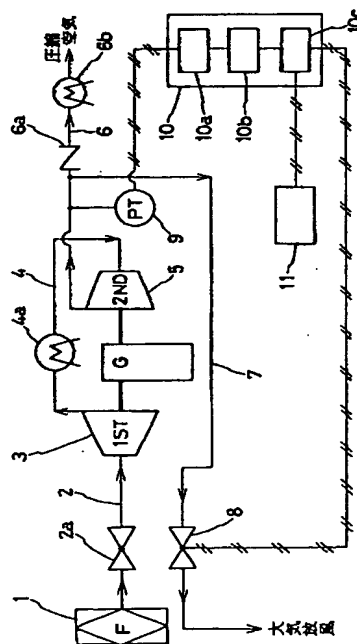
(21)出願番号	特願平8-3246	(71)出願人	000001199 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号
(22)出願日	平成8年(1996)1月11日	(72)発明者	松本 泰治 兵庫県高砂市荒井町新浜2丁目3番1号 株式会社神戸製鋼所高砂製作所内
		(74)代理人	弁理士 明田 莞

(54) 【発明の名称】 遠心圧縮機の保護方法

(57) 【要約】

【課題】 遠心圧縮機をサージから保護する遠心圧縮機の保護方法を提供する。

【解決手段】 圧力検出器９で検出される第２段圧縮機５の吐出圧力の一定時間内における単位時間毎の変化率を演算機部１０ａで演算し、これら変化率とサージが発生する圧力変化率の上限許容値である基準値との大きさを判定器部１０ｂで絶対値で比較し、一定時間内に計数される基準値よりも大きな変化率が所定の回数以上になるとサージが発生すると判定されて、制御器部１０ｃによりアンロード弁８がアンロードされ、アンロード後の一定時間内に計数される基準値よりも大きな変化率が所定の回数以上あるときは、アンロード弁８が故障してアンロードされていないと判定されて、制御器部１０ｃにより第１、２段圧縮機の運転が停止されるので、例えばアンロード弁８が故障していたとしても、遠心圧縮機がサージから保護される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 圧力検出手段で検出される圧力検出値から、予め設定された一定時間内における単位時間毎の吐出圧力の負の変化率を演算し、これら変化率のそれぞれと予め設定した基準値との大小を絶対値で比較して、変化率が基準値よりも小さいか、或いは一定時間内で計数される基準値よりも大きな変化率の数が所定数よりも少なく、サージが発生しないと判定されたときには遠心圧縮機の運転を継続し、一定時間内で計数される基準値よりも大きな変化率の数が所定数以上でサージが発生すると判定されたときにはアンロード弁を調整すると同時に、アンロード弁調整後の予め設定した一定時間内における吐出圧力の変化率を演算し、一定時間経過したにもかかわらず、一定時間内で計数される基準値よりも大きな変化率の数が所定数以上のときには遠心圧縮機の運転を停止させることを特徴とする遠心圧縮機の保護方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、遠心圧縮機にサージが発生したときにサージを解消させ、サージが解消されないときには遠心圧縮機の運転を停止させて遠心圧縮機を保護するようにした遠心圧縮機の保護方法の技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】周知のとおり、遠心圧縮機を通る流体の流量が急激に減少するとサージが発生する。サージの過程によってサージング過程の間、遠心圧縮機内の流体の流れが一時的に不安定になる。普通、サージには大きく、かつ不快な騒音が伴うだけでなく、サージによって遠心圧縮機の寿命に損傷と疲労を生じさせることがある。具体的には、遠心圧縮機の遠心羽根車の損傷、軸受の破壊を生じる可能性、軸受の過熱と過負荷、遠心圧縮機配管の疲労と過熱及び他の圧縮機構要素の過熱等である。現在、サージ過程に反応し、サージが発生した後に遠心圧縮機を無負荷にするだけの遠心圧縮機制御装置がある。しかしながら、このような圧縮機制御装置では、サージが発生して初めて対応し得るものである。なお、この場合、遠心圧縮機を殆ど完全に無負荷にすることによって遠心圧縮機の流体吐出量を少なくするものである。

【0003】上記従来例に係る圧縮機制御装置では、サージを検出するために種々の方法が採用されている。例えば、圧縮機排出導管の中に配設されたベンチュリーノズル等の流量計により吐出量を計測し、計測値を適当な信号と共に流体の流れが逆転したか否かを指示する制御器に入力するようにしたものがある。この方法は、一般的に、費用が高むばかりでなく、不正確であり、さらに追加システムのための圧力損失がある。また、遠心圧縮機への入口導管における作動流体の温度の上昇速度によるサージを検出する方法がある。しかし、この方法は応

答性が遅いという問題があった。

【0004】ところで、上記問題の一つを解決したものの、即ち圧縮機のサージの発生を防止し、サージが発生したときにサージを解消させるようにしたものが、例えば特開平6-10885号公報に開示されている。以下、この従来例に係る「遠心圧縮機におけるサージの制御及び回復」の概要を説明すると、これは、遠心圧縮機からの吐出圧力の圧力下降状態におけるある時間に対する負の圧力傾斜を演算し、この圧力傾斜の数値が予め設定した基準値よりも大であれば、遠心圧縮機のサージ回復作用を開始する。続いて、所定時間内に吐出圧力の昇圧状態におけるある時間に対する正の圧力傾斜を求め、この圧力傾斜の数値が予め設定した基準値以上であればサージであると確定し、遠心圧縮機をアンロード状態にして運転するようにしたものである。なお、サージ回復作用とは、吐出圧力を入口圧力で割った値、即ち圧力比により吹出し弁を制御してサージを防止することである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記特開平6-10885号公報に開示されてなる遠心圧縮機のサージ制御及び回復に係る技術は、吹出し弁（アンロード弁）の制御によるサージの修正という点に関しては新しい。しかしながら、アンロード弁を制御できない場合、つまりアンロード弁が故障した場合には、遠心圧縮機をアンロード状態にすることができず、サージを繰り返すことになり、遠心圧縮機を保護することができないという解決すべき課題がある。

【0006】従って、本発明は確実に遠心圧縮機を保護することを可能ならしめる遠心圧縮機の保護方法及びその保護装置の提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は上記実情に鑑みてなされたものであって、従って上記課題を解決するために、本発明に係る遠心圧縮機の保護方法が採用した手段は、圧力検出手段で検出される圧力検出値から、予め設定された一定時間内における単位時間毎の吐出圧力の負の変化率を演算し、これら変化率のそれぞれと予め設定した基準値との大小を絶対値で比較して、変化率が基準値よりも小さいか、或いは一定時間内で計数される基準値よりも大きな変化率の数が所定数よりも少なく、サージが発生しないと判定されたときには遠心圧縮機の運転を継続し、一定時間内で計数される基準値よりも大きな変化率の数が所定数以上でサージが発生すると判定されたときにはアンロード弁を調整すると同時に、アンロード弁調整後の予め設定した一定時間内における吐出圧力の変化率を演算し、一定時間経過したにもかかわらず、一定時間内で計数される基準値よりも大きな変化率の数が所定数以上のときには遠心圧縮機の運転を停止させることを特徴とする。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態に係る遠心圧縮機の保護方法を具現する遠心圧縮機の保護装置を、遠心圧縮機の回路を含むその系統図の図1と、制御フロー図の図2とを参照しながら説明する。

【0009】

先ず、遠心圧縮機（以下、圧縮機という。）の回路系統を、図1を参照しながら説明すると、図に示す符号3は、駆動装置Gで駆動される第1段圧縮機であり、符号5は前記駆動装置Gで駆動される第2段圧縮機である。フィルタ1から吸込まれた空気は開閉弁2aが介装されてなる入口管2を通して第1段圧縮機3に吸込まれ、ここで1段圧縮された1次圧縮空気は、1次冷却器4aが介装されてなる連通管4を通して第2段圧縮機5に送られ、ここで2段圧縮された2次圧縮空気は逆止弁6a、2次冷却器6bが介装されてなる出口管6を通して圧縮空気供給先に送られるように構成されている。

【0010】また、出口管6の第2段圧縮機5と逆止弁6aの間の途中から、先端に2次圧縮空気を大気中に放出するアンロード弁8が接続されてなる放風管路7が分岐している。なお、この場合における圧縮機の台数は2台で2段構成であるが、圧縮機の台数は1台の単段構成であっても良く、また3台以上がシリーズ状に配設されてなる3段以上の構成であっても良い。

【0011】次に、圧縮機の保護系統を、図1を参照しながら説明すると、出口管6の第2段圧縮機5と放風管路7の分岐部との間に、吐出圧力検出手段である圧力検出器9が設けられている。そして、この圧力検出器9で検出された2次圧縮空気の吐出圧力が後述する保護装置10に入力されると、吐出圧力の入力値に基づいてアンロード弁8が制御されるように構成されている。

【0012】前記保護装置10は、圧力検出器9で検出される圧力検出値から、予め設定された一定時間内、例えば8秒間における吐出圧力の単位時間 Δt （0.2秒）毎の負の変化率を演算する演算器部10aを備えている。そして、演算器部10aで演算されたこれら変化率と予め設定された基準値（圧縮機にサージが発生しない圧力変化率の上限許容値である。）とが判定器部10bに入力される。この判定器部10bは、入力された変化率のそれぞれと基準値との大小を絶対値で比較して、これら変化率が基準値よりも小さいか、或いは一定時間内に計数される基準値よりも大きな変化率の数が所定数より少ないときにはサージが発生しないと判定する一方、基準値よりも大きい変化率があって、かつ一定時間内に計数される基準値よりも大きな変化率の数が所定数以上のときには圧縮機にサージが発生すると判定するのである。

【0013】この判定器部10bから発信されるサージ発生判定信号は制御器部10cに入力される。この制御器部10cは、判定器部10bからのサージ発生判定信

号を受信して前記アンロード弁8を制御する一方、このアンロード弁8が一定時間制御され続けているにもかかわらず、前記判定器部10bから、アンロード弁8調整後の一定時間以内に検出された圧力検出値から演算される吐出圧力の変化率が基準値よりも大きく、かつ一定時間内に計数される基準値よりも大きな変化率の数が所定数以上であって、サージが発生するとサージ発生判定信号を受信したときには、運転装置である圧縮機操作盤11に対して第1段圧縮機3と第2段圧縮機5との運転を停止させる運転停止信号を発信するものである。なお、保護装置10を構成する演算器部10a、判定器部10b及び制御器部10cはそれぞれ独立した構成にすることができ、また一定時間は圧縮機の運転結果から決定されるものであり、圧縮機の数や段数によって変更される。

【0014】以下、上記保護装置10の作用態様の概要を説明すると、圧力検出器9により2次圧縮空気の吐出圧力が検出されて演算器部10aに入力されると、演算器部10aでは検出圧力から一定時間（8秒間）における単位時間（0.2秒）毎の吐出圧力の変化率（負）が演算され、その演算された変化率のそれぞれが予め設定された基準値が入力されている判定器部10bに入力される。

【0015】この判定器部10bでは、演算器部10aから入力された変化率のそれぞれと基準値との大小が絶対値で比較され、変化率が基準値より小さいか、或いは一定時間内に計数される基準値よりも大きな変化率の数が所定数より少なければ、サージが発生しないと判定し、そのまま第1、2段圧縮機3、5の運転が継続される。逆に、変化率が基準値よりも大きく、かつ一定時間内に計数される基準値よりも大きな変化率の数が所定数以上になるとサージが発生すると判定し、アンロード弁8を制御するように制御器部10cに対してサージ発生判定信号を発信するので、制御器部10cによりアンロード弁8が制御される。

【0016】次いで、アンロード弁8へのアンロード信号発信後の一定時間の間、吐出圧力の変化率が演算され、変化率の絶対値が基準値の絶対値より大きくなって、アンロード弁8が一定時間制御されているにもかかわらず、サージが発生すると判定されたときには、アンロード弁8が故障していることになるので、制御器部10cにサージ発生判定信号が発信される。

【0017】従って、制御器部10cにより第1、2段圧縮機3、5を動作・停止させる運転装置である圧縮機操作盤11が操作されて、第1、2段圧縮機3、5の運転が停止されるので、サージに起因するこれら第1、2段圧縮機3、5の遠心羽根車の損傷、軸受の破損、過熱等のトラブルが防止される。

【0018】次に、制御フロー図の図2を参照しながら、第1、2段圧縮機3、5のサージ防止の仕方の詳細

を説明すると、先ず第1ステップにおいて、第1、2段圧縮機3、5が運転中か否かが判定される。Noの場合にはスタート位置にリターンされ、第1、2段圧縮機3、5が運転される。そして、Yesの場合には第2ステップに進む。

【0019】第2ステップにおいて、後述する第5ステップで設定される連続する圧力変動回数を計数してアンロードしたい回数 S_n に満たない場合に、一定時間毎、例えば8秒毎にカウンタSがリセットされる。そして、カウンタSのリセット後に第3ステップに進む。

【0020】第3ステップにおいて、第2段圧縮機5から吐出される2次圧縮空気の出圧力が圧力検出器9で検出され、そしてサンプリング周期 Δt (0.2秒)毎に吐出圧力の負の変化率が演算されて第4ステップに進む。なお、吐出圧力の変化率を dPT (負)、変動 n 回目の吐出圧力の圧力検出値を PT_n 、変動 $(n-1)$ 回目の吐出圧力の圧力検出値を PT_{n-1} 、サンプリング周期 Δt としたとき、変化率 dPT は $(PT_n - PT_{n-1}) / \Delta t$ という式で表わされる。なお、サンプリング周期 Δt (0.2秒)は、実機試験の結果から導き出したものである。

【0021】第4ステップにおいて、第3ステップで演算された吐出圧力のそれぞれの変化率 dPT と予め設定されている負の基準値 C_0 ($-2.5 \times 10^5 \text{ Pa/s}$)との大小が絶対値で比較される。そして、それぞれの変化率 dPT が基準値 C_0 よりも小さく圧縮機にサージが発生しないと判定されるNoのときには、初期のスタート位置にリターンされる。一方、基準値 C_0 よりも大きい変化率 dPT があって圧縮機にサージが発生し得ると判定されるYesのときには、第5ステップに進む。なお、基準値 C_0 は圧縮機の過去の運転実績データから設定されるもので、圧縮機にサージが発生しない圧力変化率の上限許容値である。

【0022】第5ステップにおいて、カウンタSにより計数される基準値 C_0 よりも大きな変化率 dPT の回数がアンロードしたい S_n 回に達したか、否かが判定される。Noの場合には基準値 C_0 よりも大きな変化率 dPT があったとしても圧縮機にサージが発生することがなく、アンロード弁8をアンロードさせる必要がないので第2ステップにリターンさせ、Yesの場合にはサージが発生すると判定されたので第6ステップに進む。

【0023】第6ステップにおいて、第7ステップでタイマーカウントを開始し、予め定めた一定時間、例えば8秒以内であるか8秒経過したかということ、フラグ F_1 がON (タイマーの接点の入力) したか否かにより判定する。フラグ F_1 がONしないNoの場合には、第5ステップにおいてサージが発生すると判定されたにもかかわらず、制御器部10cからアンロード弁8にアンロード信号が出力されていないので第7ステップに進み、この第7ステップにおいて、アンロード弁8にアン

ロード信号を発信してアンロードさせる。

【0024】一方、第6ステップにおいて、第7ステップにおいてアンロード信号の発信と同時にタイマーカウントを開始し、第2段圧縮機5から吐出される2次圧縮空気の出圧力を一定時間、例えば8秒間測定し、その圧力検出値に基づいて0.2秒毎に変化率 dPT を演算すると共に、これら変化率 dPT と予め設定されている基準値 C_0 との大小を絶対値で比較して、一定時間以内に基準値 C_0 よりも大きな変化率 dPT が所定数以上計数され、サージが発生すると判定されて、フラグ F_1 がONするYesの場合は、第8ステップに進む。

【0025】第8ステップにおいて、圧縮機3、5を駆動する運転装置を制御する制御器部10cに運転停止信号が発信され、圧縮機3、5の運転が停止される。そして、次の運転開始に際しては、再びスタートから同様の制御フローが繰り返される。なお、第7ステップにおけるアンロード後の再ロード及び第6ステップにおけるフラグ F_1 のリセットはマニュアル操作によって行われる。

【0026】このように、変化率と基準値との大小の絶対値比較により、サージが発生しないと判定されたときはアンロード弁が開弁され、アンロード弁が開弁されている筈であるにもかかわらず、サージが発生すると判定されたときには圧縮機が停止される。従って、従来例ではアンロード弁が故障している場合にサージを繰り返すことがあったが、本発明によれば、例えばアンロード弁が故障していたとしても圧縮機がサージによりダメージを受けるようなことがなく、圧縮機の寿命の延長や補修費の削減が可能になるという優れた効果がある。なお、上記一定時間 (8秒) は適宜変更し得るものである。

【0027】

【発明の効果】以上述べたように、本発明に係る請求項1に係る圧縮機の保護方法によれば、吐出圧力の変化率と予め設定されるサージが発生しない圧力変化率の上限許容値である基準値との大小が絶対値で比較されることにより、サージが発生しないと判定されたときはアンロード弁が制御されて圧縮機の運転が継続されるが、アンロード弁が制御されているにもかかわらず、サージが発生すると判定されたときには圧縮機が停止される。従って、従来例ではアンロード弁が故障している場合にサージを繰り返すことがあったが、本発明によれば、例えばアンロード弁が故障していたとしても圧縮機がサージの発生によるダメージを受けるようなことがないので、圧縮機の寿命の延長や補修費の削減に多大な効果がある。

【図面の簡単な説明】

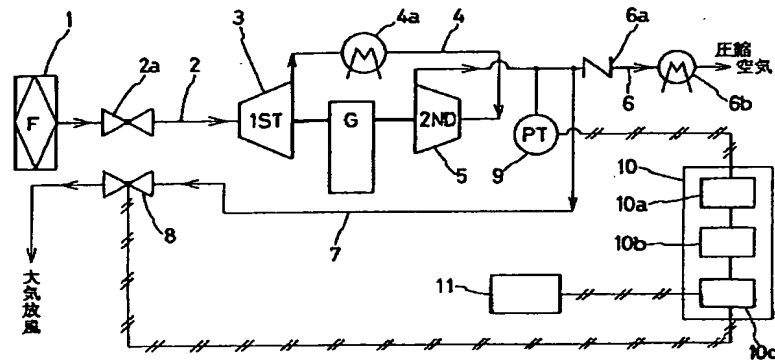
【図1】本発明の実施の形態に係る圧縮機の回路系統を含む保護装置の系統図である。

【図2】本発明の実施の形態に係り、保護装置における制御フロー図である。

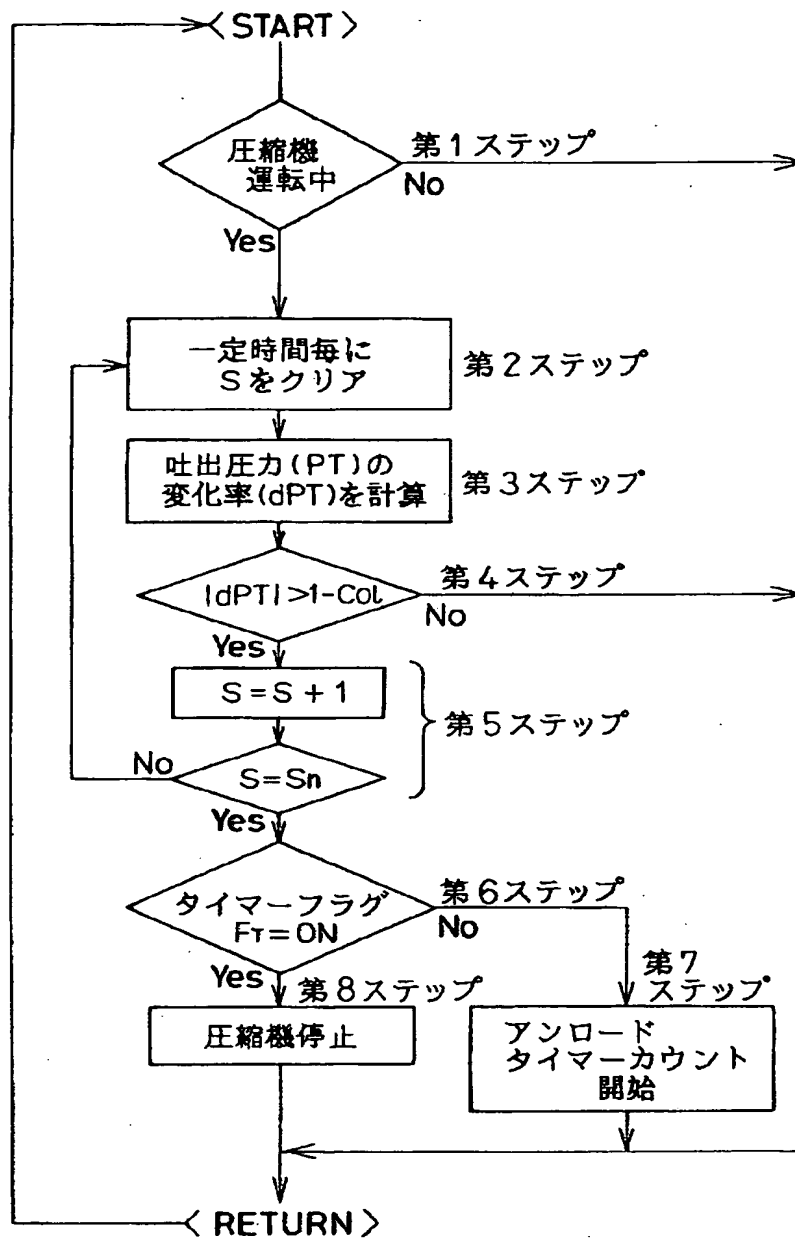
【符号の説明】

- 1…フィルタ
 2…入口管, 2a…開閉弁
 3…第1段圧縮機
 4…連通管, 4a…1次冷却器
 5…第2段圧縮機
 6…出口管, 6a…逆止弁, 6b…2次冷却器
 7…放風管路
 8…アンロード弁
 9…圧力検出器
 10…保護装置, 10a…演算器部, 10b…判定器部, 10c…制御器部
 11…圧縮機操作盤
 G…駆動装置

【図1】



【図2】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-195982

(43)Date of publication of application : 29.07.1997

(51)Int.Cl.

F04D 27/02

G05B 23/02

(21)Application number : 08-003246

(71)Applicant : KOBE STEEL LTD

(22)Date of filing : 11.01.1996

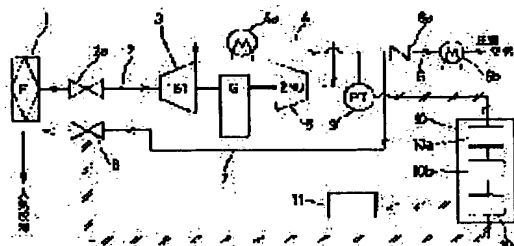
(72)Inventor : MATSUMOTO TAIJI

(54) PROTECTING METHOD FOR CENTRIFUGAL COMPRESSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a protecting method for a centrifugal compressor, for protecting the centrifugal compressor from surge.

SOLUTION: The change rate of discharge pressure of a second compressor 5, to be detected by a pressure detector 9 per unit time in the constant time is calculated by a computer part 10a, the change rate and a reference value as an upper limit allowable value of the pressure change rate in which surge is generated are compared with each other in a judging unit part 10b with an absolute value. When the change rate larger than the reference value to be counted in the constant time becomes the specified revolutions or more, that surge is to be generated is judged, and an unload valve 8 is unloaded by a control unit 10c. When the change rate larger than the reference value to be counted in the constant time after unloading is the specified revolutions or more, it is judged that the unload valve 8 fails and is not unloaded, the operation of the first and second compressors is stopped by the control unit 10c, and therefore, a centrifugal compressor is protected from surge even if the unload valve 8 fails.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]